

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН
ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

УТВЕРЖДЕНО
редакционно-издательским
советом университета,
протокол № 2 от 17.06.05 г.

Харьков НТУ «ХПИ» 2005

Теория механизмов и машин. Задания на курсовой проект и методические указания по его выполнению для студентов заочного обучения машиностроительных специальностей/ Сост. Н. А. Ткачук, В. П. Изюмский и др. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. – 32 с. – Рус. яз.

Составители: Н. А. Ткачук
В. П. Изюмский
В. Б. Зеленский
Г. А. Кротенко
З. С. Сафонова
А. А. Зарубина

Рецензент С. Н. Воронцов

Кафедра теории и систем автоматизированного проектирования механизмов и машин

Содержание

Вступление.....	4
1. Объем и содержание курсового проекта.....	5
1.1. Объем курсового проекта.....	5
1.2. Этапы выполнения курсового проекта.....	5
2. Методические указания по выполнению курсового проекта.....	6
2.1. Структурный анализ главного механизма.....	6
2.2. Кинематический анализ главного механизма.....	6
2.3. Анализ и синтез зубчатого механизма.....	8
2.4. Силовой расчет главного механизма.....	10
2.5. Выбор приводного асинхронного электродвигателя.....	12
2.6. Исследование движения машинного агрегата под действием заданных сил.....	13
2.7. Синтез кулачкового механизма.....	15
2.8. Оформление расчетно-пояснительной записки и чертежей.....	17
3. Защита проекта.....	18
Список литературы.....	18
Приложение А. Задания.....	20
Приложение Б. Законы изменения аналога ускорения толкателя кулачкового механизма на фазе удаления.....	29
Приложение В. Титульный лист к курсовому проекту.....	30
Приложение Г. Основная надпись.....	31

ВСТУПЛЕНИЕ

Курсовое проектирование по теории механизмов и машин – один из основных видов изучения курса, первая самостоятельная работа студента по комплексному проектированию и исследованию взаимосвязанных механизмов – составных частей машин.

Цель курсового проекта – закрепление и углубление теоретических знаний путем самостоятельного решения комплексной задачи исследования машины. Проект включает структурное, кинематическое, силовое исследование главного механизма машины, кинематический анализ и синтез зубчатой передачи, синтез кулачкового механизма, выбор приводного электродвигателя, а также исследования установившегося движения машинного агрегата под действием заданных сил.

Курсовой проект по своему содержанию охватывает основные разделы курса. В процессе выполнения проекта у студентов вырабатываются навыки проектирования рычажных, кулачковых и зубчатых механизмов.

В этой работе приведены задания, тематика которых основана на конкретном материале, базирующемся на практике заводских конструкторских бюро, применительно к соответствующим специальностям, т.е.

исходные данные для расчета приняты с учетом реальной метрики и нагрузок.

При выполнении курсового проекта необходимо использовать учебники, учебные пособия, указанные в списке литературы.

1. Объем и содержание курсового проекта

Задания на курсовой проект приводятся в шести вариантах. Эти задания соответствуют определенному номеру задания на курсовой проект и определенному варианту задания. Номер задания и номер варианта каждому студенту задает преподаватель. Задания и условные обозначения величин, содержащихся в задании, приведены в прил. А.

1.2. Объем курсового проекта

Курсовой проект по ТММ включает в себя графическую часть (4 листа форматом А1) и расчетно-пояснительную записку 25–30 страниц рукописного текста (форматом А4). В графическую часть проекта включаются все построения, выполненные в масштабе, а в расчетно-пояснительную записку – пояснения, связанные с выполнением проекта.

1.2. Этапы выполнения курсового проекта

1. Структурный анализ главного механизма.
 2. Кинематический анализ главного механизма.
 3. Анализ и синтез зубчатого механизма.
 4. Силовой расчет главного механизма.
 5. Выбор приводного асинхронного электродвигателя.
 6. Исследование движения машинного агрегата под действием заданных сил.
 7. Синтез кулачкового механизма (законы движения заданы в прил. Б).
 8. Оформление чертежей и расчетно-пояснительной записки (образец титульного листа приведен в прил. В, основной надписи в прил. Г).
- После выполнения курсового проекта предусмотрена его защита.

2. Методические указания по выполнению курсового проекта

В начале расчетно-пояснительной записки под рубрикой "Введение" необходимо охарактеризовать работу исследуемой машины, которой посвящен курсовой проект, функциональное назначение каждого из рассматриваемых механизмов.

2.1. Структурный анализ главного механизма

2.1.1. Начертить в расчетно-пояснительной записке кинематическую схему главного (рычажного) механизма (без соблюдения масштаба). Определить число подвижных звеньев, класс кинематических пар и число кинематических пар p_i каждого класса i . По формуле Чебышева определить число степеней подвижности.

2.1.2. Построить структурную схему механизма и выделить структурные группы (группы Ассура). Указать для каждой группы Ассура ее класс, порядок и номер в порядке образования механизма.

2.2. Кинематический анализ главного механизма

2.2.1. Определить масштаб длин, м/мм.

$$\mu_l = \frac{l_{OA}}{(OA)},$$

где l_{OA} – истинная длина кривошипа, м; (OA) – отрезок, изображающий кривошип на кинематической схеме. Рекомендуется принимать отрезок (OA) на интервале 40–55 мм.

В соответствии с этим масштабом вычисляются все отрезки, необходимые для построения кинематической схемы.

2.2.2. Построить в масштабе μ_l кинематическую схему главного механизма в семи положениях с общей точкой O . Среди них должны быть два (1 и 5), соответствующие крайним положениям исполнительного звена 5.

Эти положения определяют угол φ_p рабочего хода и угол φ_x холостого хода механизма. Разделив угол φ_p на равные четыре части и φ_x – на три равные части, находим еще шесть положений кривошипа (2, 3, 4, 6, 7, 8), для которых строятся кинематические схемы главного механизма.

Выбор масштаба μ_l , значения углов φ_p и φ_x указать в расчетно-пояснительной записке.

Кинематические схемы построить в верхнем левом углу листа 1.

2.2.3. Записать векторные уравнения для построения планов скоростей и ускорений всех структурных групп (групп Ассура).

2.2.4. Вычислить масштаб скорости и ускорения для построения планов скоростей и ускорений

$$\mu_v = \omega_1 \cdot \mu_l; \quad \mu_a = \omega_1^2 \mu_l,$$

где μ_v – масштаб скорости, м/с · мм; μ_a – масштаб ускорения, м/с² · мм; ω_1 – угловая скорость кривошипа, с⁻¹.

При построении планов предлагается, что кривошип совершает равномерное вращение,

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \text{const},$$

где n_1 – частота вращения кривошипа, об/мин.

2.2.5. Построить планы скоростей и ускорений. Построение планов скоростей и ускорений для всех положений, кроме положений 2 и 7, выполнить на листе 1.

Полюс плана скорости обозначить через p_i , а полюс плана ускорений – через π_i , где i – номер положения, для которых строится план.

Рекомендуется на листе 2 начертить кинематические схемы главного механизма для положений 2 и 7 и там же построить планы скоростей и ускорений для этих положений, учитывая, что в дальнейшем силовой расчет механизма выполняется для положений 2 и 7. На всех планах скоростей и ускорений, используя теорему о подобии, нанести точки s_i и тем самым определить скорости и ускорения точек s_i , где s_i – центр масс i -го звена. Положение точек указано в задании. Отрезки, необходимые для построения планов, вычисляются и записываются в пояснительной записке.

2.2.6. С помощью планов скоростей и ускорений определить угловые скорости и угловые ускорения звеньев для положений 2 и 7 и на кинематических схемах показать их направления.

2.2.7. По результатам кинематического анализа построить графики перемещения, скорости и ускорения исполнительного звена, а также графики угловой скорости и углового ускорения того звена, которое указано в задании. Графики строятся в функции угла поворота кривошипа на интервале полного оборота.

Эти графики изобразить в правой стороне листа 1. Рекомендуется по оси абсцисс принять масштаб для угла $\mu_{\varphi_1} = 2$ град/мм.

Масштабы величин, откладываемых по оси ординат, выбираются из соображения наглядности графиков и указываются возле соответствующих координатных осей.

Допускается совмещение графиков по оси абсцисс φ_1 .

2.2.8. Все пояснения, относящиеся к кинематическому анализу, привести в расчетно-пояснительной записке.

2.3. Анализ и синтез зубчатого механизма

2.3.1. Нарисовать в расчетно-пояснительной записке кинематическую схему зубчатой передачи, указанной в задании.

2.3.2. Определить общее передаточное отношение зубчатой передачи. Определить неизвестное число зубьев одного из зубчатых колес, исходя из условия обеспечения общего передаточного отношения,

$$i_{д1} = \frac{\omega_{д}}{\omega_1},$$

где $\omega_{д}$ и ω_1 – угловые скорости ротора электродвигателя и кривошипа, c^{-1} .

С этой целью предварительно определить передаточное отношение планетарной передачи, записать выражение для передаточного отношения рядовой трехзвенной передачи и учесть, что $i_{д1} = i_{ряд} \cdot i_{пл}$, где $i_{ряд}$ и $i_{пл}$ – передаточные отношения рядовой и планетарной передач.

Проверить выполнение условий соосности, сборки и соседства для планетарной передачи. Считать, что число блоков сателлитов (или сателлитов для однорядной передачи) равно трем.

2.3.3. Произвести синтез зубчатого зацепления, образованного двумя зубчатыми колесами рядовой передачи. Установить значения основных геометрических параметров зацепления по данным, приведенным в задании, считая, что указанные зубчатые колеса являются прямозубыми эвольвентными цилиндрическими, нарезанными стандартным реечным инструментом. Для зубчатых колес с числом зубьев меньше 17 (коэффициент смещения рейки) определить как минимальный коэффициент, при котором отсутствует подрез. Для остальных зубчатых колес этот коэффициент принять равным нулю.

Произвести расчет геометрических элементов зацепления и на листе 3 вычертить картину зацепления, начертив основные, делительные, начальные окружности, окружности вершин и впадин, а также несколько зубьев.

Картину зацепления начертить в масштабе 10:1 или 8:1, т. е. при десятикратном или восьмикратном увеличении размеров.

На картине зацепления рекомендуется показать по три зуба каждого колеса в окрестности полюса зацепления. На линии зацепления показать активную линию зацепления. Построить на этом же листе графики коэффициентов удельного скольжения зубьев, отметив на этих графиках значения коэффициента относительного скольжения зубьев на границах активной линии зацепления.

2.3.4. Определить коэффициент перекрытия.

2.3.5. Все расчеты по разд. 2.3 привести в пояснительной записке.

2.4. Силовой расчет главного механизма

2.4.1. Определить реакции во всех кинематических парах механизма и уравнивающую силу (уравнивающий момент). Силовой расчет произвести для положений 2 и 7. Все расчеты и пояснения провести в расчетно-пояснительной записке, а построение планов сил – на листе 2. Снача-

ла выполнить силовой расчет для одного положения и описать его, а затем – для второго.

2.4.2. Определить силу полезного сопротивления, силы тяжести, силы и моменты сил инерции. Силы полезного сопротивления определить по графику их зависимости от положения исполнительного звена на фазе рабочего хода механизма, приведенного в задании.

Пренебречь массой звеньев, значения которых в задании не указаны. Следовательно, необходимо пренебречь силами тяжести, силами и моментами сил инерции этих звеньев. Считать, что центр масс ползуна, который образует шарнирное соединение с одним из звеньев механизма, совпадает с центром шарнира. Центр масс остальных звеньев обозначен буквой S с индексом, который соответствует номеру звена.

Силами, значения которых составляют менее 2 % от наибольшей в данном положении, пренебречь.

Все силы, которые используются в силовом расчете, показать на кинематических схемах (лист 2) с соблюдением их направлений. Там же показать и моменты пар сил.

2.4.3. Определить реакции в кинематических парах групп Ассура, рассмотрев в начале группу Ассура, вторую в порядке образования механизма, а затем – первую. Для построения планов сил данного положения механизма выбрать масштаб, сообразуясь с величиной наибольшей силы, и так, чтобы эта наибольшая сила на плане сил представляла отрезок порядка 100–200 мм. Планы сил построить на листе 2. Возле планов сил проставить масштаб сил μ_p , Н/мм. Масштабы сил для положений 2 и 7 могут различаться между собой.

2.4.4. Произвести силовой расчет начального (входного) звена.

Для тех заданий, где начальное звено связано с выходным зубчатым колесом зубчатой передачи, считать, что начальному звену со стороны зубчатой передачи передается уравнивающая сила P_{yp} , направленная по одной из двух линий зацепления так, что момент, создаваемый этой силой, направлен противоположно моменту, создаваемому реакцией, приложенной к начальному звену 1 со стороны звена 2 главного механизма.

Для остальных заданий считать, что начальное звено соединено с выходным звеном зубчатой передачи посредством муфты, которая передает на начальное звено пару сил, момент которой является уравнивающим моментом $M_{ур}$.

2.4.5. Произвести проверку правильности силового расчета в каждом из положений 2 и 7. Проверка производится после выполнения силового расчета в каждом из рассматриваемых положений. Проверка производится по условию, которое вытекает из общей теоремы динамики. Условие для проверки состоит в том, что мощность, создаваемая уравнивающей силой или уравнивающим моментом, равна со знаком минус сумме мощностей всех сил и моментов сил, которые учитывались в силовом расчете групп Ассура (реакции в этом условии не учитываются). Обозначим через $P_{ур}^*$ и $M_{ур}^*$ значения уравнивающей силы или уравнивающего момента, найденного по условию проверки. Расчет считается правильным, если относительная погрешность вычислений, определяемая соответствующим выражением,

$$\left| \frac{P_{ур} - P_{ур}^*}{P_{ур}^*} \right| \cdot 100 \%$$

или

$$\left| \frac{M_{ур} - M_{ур}^*}{M_{ур}^*} \right| \cdot 100 \%,$$

не превосходит 5 %.

2.5. Выбор приводного асинхронного электродвигателя

2.5.1. Определить работу сил полезного сопротивления на интервале одного оборота главного вала (вала начального звена). Эта работа определяется аналитически по графику сил полезного сопротивления в функции перемещения исполнительного звена 5, приведенному в каждом задании. Учесть, что на холостом ходу главного механизма сила полезного сопротивления отсутствует.

2.5.2. Определить требуемую мощность приводного двигателя N , кВт,

$$N = \frac{A_{\text{пс}}}{T \eta_{\text{зп}} \eta_{\text{гл.м}} 1000},$$

где $A_{\text{пс}}$ – работа сил полезного сопротивления за один оборот главного вала, Н·м, T – время одного оборота главного вала, с; $\eta_{\text{зп}}$ – КПД зубчатой передачи (принять $\eta_{\text{зп}} = 0,9$); $\eta_{\text{гл.м}}$ – КПД главного механизма (принять $\eta_{\text{гл.м}} = 0,8$).

2.5.3. По каталогу асинхронных электродвигателей или по техническим справочникам выбрать асинхронный электродвигатель, мощность которого $N_{\text{э}}$ и была бы близка к N , а синхронное число оборотов было близким к номинальному числу оборотов, указанному в задании.

Из паспортных данных электродвигателя выписать: индекс электродвигателя, мощность $N_{\text{э}}$, кВт, синхронное число оборотов $n_{\text{с}}$, об/мин, номинальное число оборотов $n_{\text{н}}$, об/мин, и момент инерции ротора электродвигателя $I_{\text{р}}$, кг·м².

2.6. Исследование движения машинного агрегата под действием заданных сил

Исследовать движение машинного агрегата под действием заданных сил при его установившемся движении, т. е. определить зависимость $\omega_1 = \omega_1(\varphi_1)$, где ω_1 – угловая скорость главного вала, с⁻¹; φ_1 – угол поворота этого вала, град.

2.6.1. Привести силы полезного сопротивления и силы тяжести звеньев к начальному звену. Приведенный момент $M_{\text{пр}}$ определить для каждого из семи положений механизма из условия, что мощность приведенного момента звена приведения равна мощности всех приводимых сил.

По найденным значениям $M_{\text{пр}}$ построить на листе 2 в правой его части график зависимости $M_{\text{пр}} = M_{\text{пр}}(\varphi_1)$ на интервале одного оборота главного вала, указав возле координатных осей масштабы. Масштаб для оси абсцисс μ_{φ_1} принимается таким же, как и для графиков, построенных

в разделе кинематики, а масштаб $\mu_{M_{\text{пр}}}$, Н·м/мм, выбирается из соображений наглядности.

2.6.2. Привести массы звеньев главного механизма к звену приведения, т. е. определить приведенный момент инерции $I_{\text{пр}}$ масс главного механизма для всех семи рассматриваемых положений. Момент инерции $I_{\text{пр}}$ определяется по условию равенства кинетической энергии звена приведения кинетической энергии всех звеньев главного механизма. По полученным значениям построить $I_{\text{пр}}$ на листе 2 в правой его части график зависимости $I_{\text{пр}} = I_{\text{пр}}(\varphi_1)$, указав возле координатных осей соответствующие масштабы $\mu_{I_{\text{пр}}}$, кг·м²/мм, μ_{φ} , град/мм. Эти масштабы выбираются по тем же соображениям, что и для предыдущего графика (п. 2.6.1).

2.6.3. Привести массы звеньев зубчатой передачи и ротора электродвигателя к звену приведения, т.е. определить приведенный момент инерции $I_{\text{пр}}$ масс зубчатой передачи и ротора электродвигателя. Этот момент инерции $I_{\text{пр}}$ является постоянной величиной. Он определяется из условия, что кинетическая энергия звена приведения с моментом инерции $I_{\text{пр}}$ относительно оси вращения главного вала равна кинетической энергии всех звеньев зубчатой передачи и ротора электродвигателя. Момент инерции I_i , кг·м², каждого зубчатого i -го колеса относительно оси вращения определить по формуле

$$I_i = \frac{M_i \cdot r_i^2}{2},$$

где M_i – масса зубчатого колеса, кг; r_i – радиус делительной окружности зубчатого колеса, м.

Масса

$$M_i = \pi n^2 b \gamma,$$

где b – ширина зубчатого венца, принимаемая равной пяти модулям; γ – удельная плотность стали, $\gamma = 7,8 \cdot 10^3$, кг/м³.

При расчете учесть, что планетарные передачи имеют три блока сателлита (три сателлита в однорядной планетарной передаче).

2.6.4. Определить закон движения главного вала при установившемся движении. Для определения искомой функции $\omega_1 = \omega_1(\varphi_1)$ рекомендуется воспользоваться методом, изложенным в [5, с. 94–104] и [6, с. 113–117].

При решении этой задачи учесть, что приведенный момент инерции масс машинного агрегата $I_{\Pi} = I_{\Pi\Gamma} + I_{\Pi\Pi}$.

Вычисление угловой скорости ω_1 вести до тех пор, пока не будет достигнута периодичность ее изменения, которая проявляется в том, что угловые скорости, соответствующие одним и тем же положением при двух последовательных оборотах кривошипа, станут одинаковыми (с точностью до третьей значащей цифры). Результаты расчета привести в записке в виде таблицы. На листе 2, в правой его части, построить график зависимости $\omega_1 = \omega_1(\varphi_1)$ по тем значениям $0 \leq \varphi \leq 360^\circ$, которые соответствуют выявленному установившемуся движению, возле координатных осей указав масштабы μ_{ω_1} , $1/\text{с} \cdot \text{мм}$, μ_{φ} , град/мм, выбранные по тем же соображениям, что и в 2.6.1, 2.6.2.

На графике показать значения ω_{\max} и ω_{\min} , т. е. значения минимальной и максимальной угловых скоростей. Вычислить коэффициент неравномерности хода машинного агрегата.

2.7. Синтез кулачкового механизма

2.7.1. Вид кулачкового механизма, величины фазовых углов и закон изменения аналога ускорения (аналога углового ускорения) на фазе удаления ведомого звена приведены в задании. Закон обозначен номером, а его конкретный вид, соответствующий этому номеру, дан в прил. Б.

2.7.2. Заданную функцию $S'' = S''(\varphi)$ проинтегрировать аналитически два раза и получить функции $S' = S'(\varphi)$, $S = S(\varphi)$.

Здесь

$S'' = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}$ – аналог ускорения (аналог углового ускорения) ведомого звена,

$S' = \frac{dS}{d\varphi}$ – аналог скорости (аналог угловой скорости) ведомого звена,

$S = S(\varphi)$ – линейное перемещение (угловое перемещение) ведомого звена,
отсчитываемое от положения в начале фазы удаления;

φ – угол поворота кулачка, отсчитываемый от начала фазы удаления.

По заданному ходу ведомого звена (размаху коромысла) определить максимальное значение a – аналога ускорения (аналога углового ускорения). При вычислении указанных величин углы φ и φ_y следует принимать в радианах.

2.7.3. Построить графики функций $S'' = S''(\varphi)$, $S' = S'(\varphi)$, $S = S(\varphi)$, соответствующие фазам удаления, дальнего выстоя и сближения. При построении графиков иметь в виду, что $\varphi_y = \varphi_c$, а кривая $S'' = S''(\varphi)$ имеет ось симметрии относительно вертикальной оси, проходящей через точку

$$\varphi = \frac{\varphi_y + \varphi_{дв} + \varphi_c}{2}.$$

Выбрать масштаб

$$\mu_\varphi = \frac{\varphi_y + \varphi_{дв} + \varphi_c}{x},$$

где φ_y , $\varphi_{дв}$, φ_c – углы, отсчитываемые в градусах; x – длина отрезка, соответствующая трем фазам на графике. Принять x в пределах 120–180 мм.

При построении кинематических диаграмм для кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем, снабженным роликом, рекомендуется принять $\mu_{S'} = \mu_S$, а для кулачкового механизма с плоским толкателем $\mu_{S''} = \mu_S$, где μ_S , $\mu_{S'}$, $\mu_{S''}$ – масштабы величин S , S' и S'' .

2.7.4. Определить основные параметры кулачкового механизма. Для кулачкового механизма с толкателем, снабженным роликом, и основные параметры, задающие минимальное расстояние между осью кулачка и осью ролика, определить по условию $\delta \leq [\delta]$, где δ – угол давления на фазе удаления и сближения, а $[\delta]$ – допускаемый угол давления, приведенный в задании.

Для кулачкового механизма с плоским толкателем величину S_0 , являющуюся минимальным расстоянием между тарелкой толкателя и осью кулачка, определить по условию выпуклости профиля кулачка.

Графическое построение для выбора параметров выполнить на листе 3.

2.7.5. Пользуясь методом инверсии (обращения движения) построить центральный профиль кулачка для кулачкового механизма, имеющего ролик, и рабочий профиль кулачка для механизма с плоским толкателем. При выборе масштаба построения пользоваться соображениями наглядности.

2.7.6. Для кулачкового механизма, имеющего ролик, выбрать радиус ролика по условиям:

$$r_p \leq 0,8\rho_{\min};$$

$$r_p \leq 0,4R_{\min},$$

где r_p – радиус ролика, мм; ρ_{\min} – минимальный радиус кривизны центрального профиля на выпуклой его части, мм; R_{\min} – минимальное расстояние от центра кулачка до центрального профиля, мм.

Радиус ролика принимается, как меньшее из двух значений, найденных с помощью неравенств.

Построить рабочий профиль кулачка как кривую, эквидистантную центральному профилю и удаленную от него на расстояние r_p .

2.8. Оформление расчетно-пояснительной записки и чертежей

2.8.1. Титульный лист оформляется в соответствии с прил. В. Расчетно-пояснительная записка излагается на одной стороне листа писчей бумаги форматом А4 (210 × 297) ГОСТ 2.304–81, без формулировок теорем и определений. Расстояние между строками должно быть 8–12 мм. Страницы расчетно-пояснительной записки должны иметь поля: левое (для сшивания) – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – 15 мм, нижнее – 20 мм. Все страницы должны иметь сквозную нумерацию: первой страницей (номер не ставится) является титульный лист, второй – содержание и так далее. Номера страниц обозначаются арабскими цифрами в правом верхнем углу. Список источников информации и приложения включаются в сквозную нумерацию.

Уравнения и формулы записываются в общем виде, затем в них подставляются числовые значения и приводится конечный результат. Единицы размерностей величин указываются только при цифровом значении конечного результата.

Содержание расчетно-пояснительной записки рекомендуется разбивать на разделы, подразделы и пункты, обозначенные арабскими цифрами.

Материал в пояснительной записке располагается в такой последовательности: титульный лист (прил. В), содержание, основная часть, список источников информации.

Перечень разделов основной части пояснительной записки курсового проекта по теории механизмов и машин соответствует этапам выполнения курсового проекта (п. 1.2).

Все расчеты должны быть выполнены с использованием международной системы СИ.

2.8.2. Графическая часть курсового проекта состоит из четырех листов.

Лист 1. Кинематическое исследование главного механизма.

Лист 2. Силовой расчет главного механизма и определение закона движения машинного агрегата.

Лист 3. Трехзвенная эвольвентная зубчатая передача.

Лист 4. Синтез кулачкового механизма.

Каждый лист оформляется в соответствии с требованием ГОСТ 2.304 – 81. Образец штампа дан в прил. Г. Графические построения оформляются карандашом. На листе 1 и 2 с правой стороны резервируется полоса шириной 200 мм для построения графиков.

3. Защита проекта

Студент представляет курсовой проект на кафедру по частям или полностью, проходит собеседование с руководителем курсового проектирования.

Если проект по теории механизмов и машин удовлетворяет требованиям, предъявляемым к нему, то он допускается к защите. После защиты проекта знания студента оцениваются дифференциальной оценкой по четырехбалльной системе.

Список литературы

Основная

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин: Учеб. для ВТУЗов. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
2. Теория механизмов и машин: Учеб. для ВТУЗов / К. В. Фролов, С. А. Попов и др.; Под ред. Фролова К. В. – М.: Высш. шк., 1987. – 496 с.
3. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. / Корняко А. С. и др. – Киев: Высш. шк., 1970. – 332 с.
4. Попов С. А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин. – М.: Высш. шк., 1986.
5. Методические указания к самостоятельной работе по проектированию и исследованию шарнирно-рычажных механизмов по дисциплине "Теория механизмов и машин" для студентов машиностроительных специальностей дневного и вечернего обучения / А. А. Грунауэр, И. Д. Долгих – Харьков: ХПИ, 1992. – 145 с.
6. Теория механизмов и машин (Системный подход): Учеб. пособие / А. А. Грунауэр, И. Д. Долгих. – К.: УМК ВО, 1992. – 384 с.

Дополнительная

7. Кожевников С. Н. Теория механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1973. – 592 с.
8. Юдин В. А., Барсов Г. А., Чупин Ю. Н. Сборник задач по теории механизмов и машин. – М.: Высш. шк., 1982
9. Артоболевский И. И., Эдельштейн Б. В. Сборник задач по теории механизмов и машин. – М.: Наука, 1975.

ПРИЛОЖЕНИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ А
Задание 1

Долбежный станок

Главный механизм долбежного станка является рычажным механизмом, в состав которого входят подвижные звенья: кривошип 1, ползун 2, кулиса 3, шатун 4, ползун 5.

При вращении кривошипа 1 ползун 5 с закрепленным на нем резцом движется возвратно-поступательно: движение вниз – рабочий ход, вверх – холостой ход. Кривошип приводится во вращение от асинхронного электродвигателя через зубчатую передачу. Кулачок кулачкового механизма насоса от вала кривошипа посредством пары зубчатых колес с одинаковым числом зубьев приводится во вращательное движение.

Задание 2
Брикетировочный автомат

Начальное звено 1 (кривошип) рычажного механизма брикетировочного автомата с помощью ползуна 2 приводит в колебательное движение кулису 3. Кулиса 3 связана шатуном 4 с выходным звеном – ползуном 5, который содержит в себе штамп, формирующий брикет. Механизм брикетирования брикета из формы представлен кулачковым механизмом с толкателем и роликом. Угловые скорости кривошипа и кулачка одинаковы.

Привод кривошипа 1 осуществляется от асинхронного электродвигателя через зубчатую передачу, состоящую из одной ступени зубчатых колес z_4 и z_5 с неподвижными осями и планетарного редуктора.

Задание 3
Вырубной пресс

Механизм состоит из начального звена – кривошипа 1, который посредством шатуна 2, коромысла 3 и шатуна 4 приводит в возвратно-поступательное движение вырубной ползун 5. При крайних положениях ползуна 5 оси кривошипа 1 и шатуна 2 совпадают. Рабочий ход осуществляется при движении ползуна 5 вниз.

Подача заготовки производится с помощью кулачкового механизма с коромыслом и роликом. Кривошип и кулачок жестко закреплены на одном валу, который приводится в движение от асинхронного электродвигателя

Продолжение прил. А

через планетарный редуктор и зубчатую передачу с неподвижными осями колес (колеса z_4 , z_5).

Задание 4

Поперечно-строгальный станок

Главный механизм поперечно-строгального станка с верхней тягой состоит из начального звена 1 (кривошипа), с которым вращательной парой соединен ползун 2. Ползун 2 передает движение кулисе 3, приводя ее в колебательно-вращательное движение вокруг точки D . Кулиса 3 связана шатуном 4 с ползуном 5. Ползун 5 перемещает закрепленный на нем резец. Рабочий ход осуществляется при движении ползуна 5 справа налево. Кривошип приводится во вращение от асинхронного электродвигателя через зубчатую передачу. От вала механизма посредством зубчатого механизма приводится во вращение кулачок кулачкового механизма насоса.

Задание 5

Брикетировочный автомат

Главный механизм брикетировочного автомата представляет собой кривошипно-ползунный механизм с эксцентриситетом.

Вращательное движение начального звена 1 (кривошипа), связанного вращательной кинематической парой с шатуном 2, преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна 3. Ползун 3 содержит в себе штамп, формирующий брикет.

Рабочий ход совершается при движении ползуна 3 вниз, холостой ход – при движении ползуна 3 вверх.

Механизм выталкивания брикета из формы представлен кулачковым механизмом с толкателем и роликом. Угловые скорости кривошипа и кулачка одинаковы.

Привод кривошипа 1 осуществляется от асинхронного электродвигателя через зубчатую передачу, состоящую из одной ступени зубчатых колес z_4 и z_5 с неподвижными осями и планетарного редуктора.

Задание 6

Металлорежущий станок

Кулисно-синусный механизм металлорежущего станка состоит из начального звена 1 (кривошипа), с которым вращательной парой соединен ползун 2, приводящий в колебательно-вращательное движение кулису 3. Кулиса 3 соединена вращательной парой с ползуном 4. Ползун 4 соединен с ползуном 5 поступательной парой. При колебательных движениях кулисы 3 ползун 4 совершает возвратно-поступательное относительное движение перпендикулярно направляющий ползуна 5, одновременно приводя в возвратно-поступательное движение ползун 5. На ползуне 5 устанавливается резец. Рабочий ход осуществляется при движении ползуна 5 справа налево.

Кривошип приводится во вращение от асинхронного электродвигателя через зубчатую передачу. Передача состоит из двух ступеней: первая ступень – планетарный редуктор, вторая ступень представлена парой зубчатых колес z_4 и z_5 с неподвижными осями колес.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

в таблицах исходных данных по заданиям курсового проектирования

l_{OA}, l_{BC}, l_{BD} и пр. – длины звеньев 1, 2, 3 и прочего рычажного механизма;

x_O, y_O, x_{O_1} и пр. – координаты осей шарниров O, O_1 и прочего;

$l_{BS_2}, l_{AS_3}, l_{CS_5}$ и пр. – длины отрезков, определяющих положение центров масс S_2, S_3, S_5 звеньев и пр.;

H – ход ползуна (ведомого звена);

n_d – частота вращения двигателя;

n_1 – частота вращения начального звена – кривошипа;

m_2, m_3, m_4 и пр. – массы звеньев;

Продолжение прил. А

I_{S_2} , I_{S_3} , I_{S_4} и пр. – центральные моменты инерции звеньев, относительно осей, перпендикулярных плоскости чертежа и проходящих через центры масс звеньев S_2 , S_3 , S_4 и пр.;

z_1 , z_2 , z_2' и пр. – числа зубьев зубчатых колес;

m – модуль зубьев колес цилиндрической зубчатой передачи;

N – номер закона аналога ускорения толкателя (коромысла) по таблице законов изменения аналогов ускорения толкателя кулачкового механизма на фазе удаления (прил. Б);

h – ход толкателя кулачкового механизма;

$\Delta\Psi_m$ – угловой ход (угол размаха) коромысла кулачкового механизма;

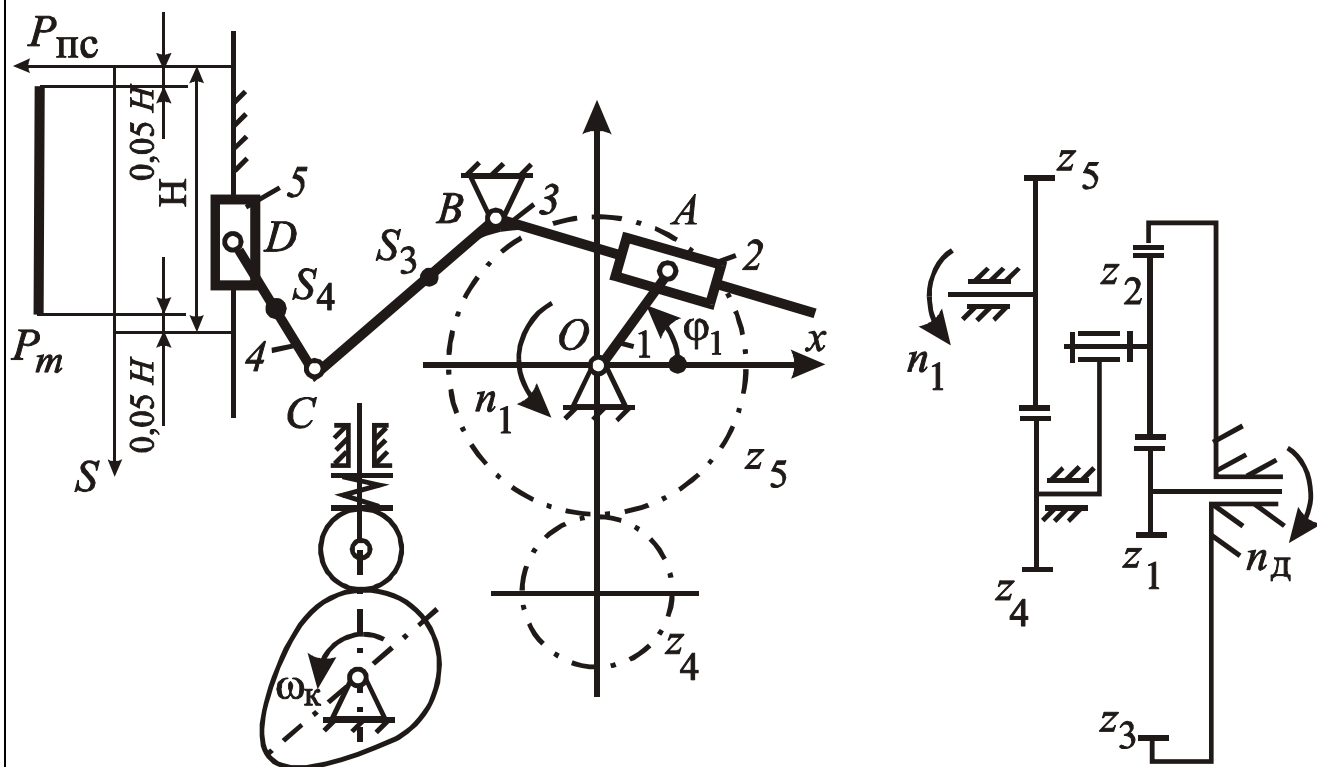
φ_y , φ_c , $\varphi_{дв}$ – фазовые углы поворота кулачка кулачкового механизма (фаза удаления, фаза сближения, фаза дальнего выстоя);

$[\delta]$ – значение допускаемого угла давления для кулачкового механизма;

l_k – длина коромысла кулачкового механизма;

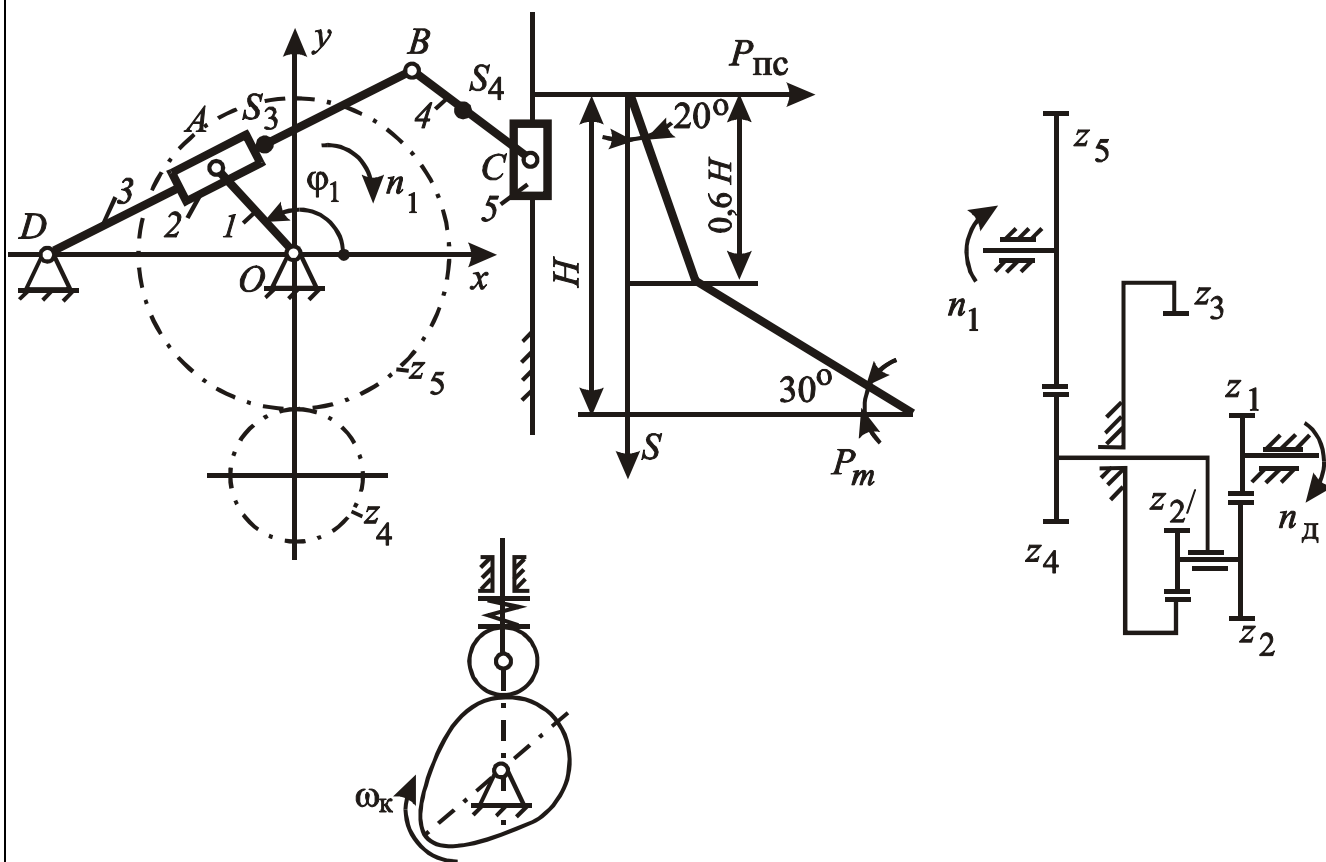
P_m – максимальная сила полезного сопротивления, действующая на выходное звено на рабочем ходу.

Задание 1. Долбежный станок



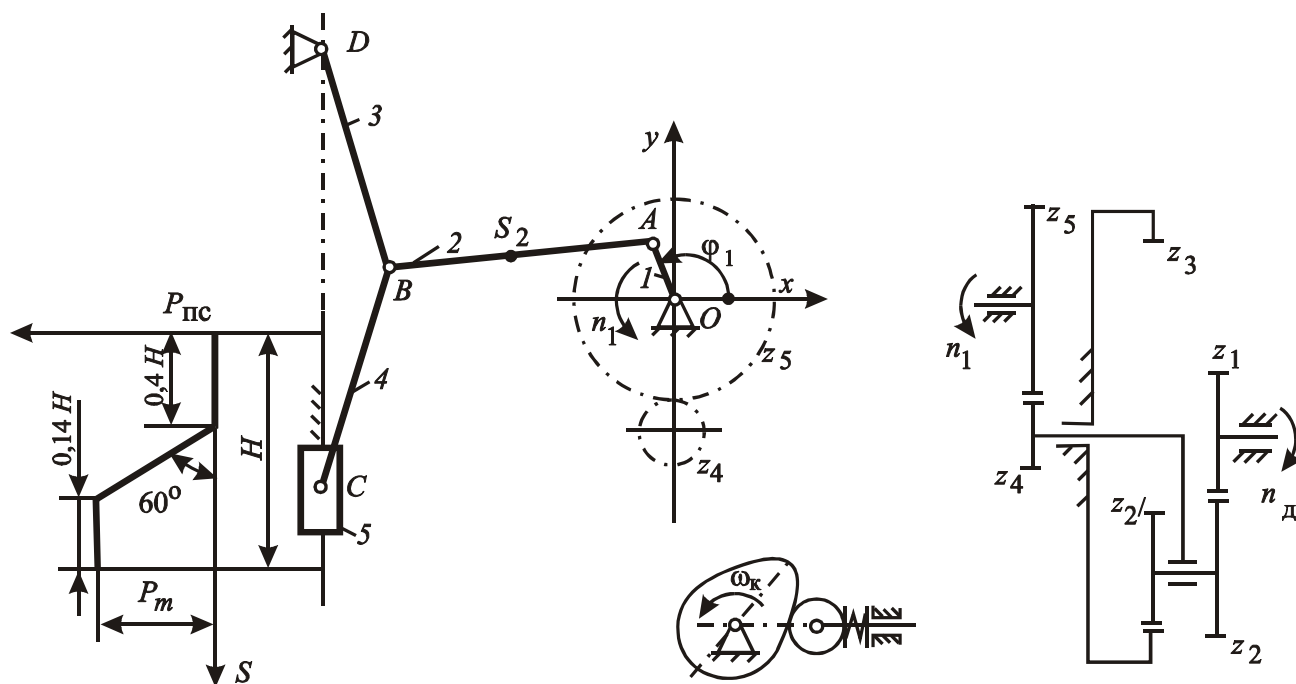
Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений						Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
n_d	об/мин	1450	1460	1430	1455	1455	1470	I_{S3}	кг · м ²	0.025	0.035	0.003	$\frac{0.003}{2}$	0.003	0.003
n_1	об/мин	130	140	120	140	125	150	I_{S4}	кг · м ²	0.004	0.003	0.004	0.004	0.002	0.002
l_{AO}	м	0,013	0,054	0,062	0,065	0,057	0,049	P_m	кН	10.7	10.5	20.5	12.0	20.0	18.0
l_{BC}	м	0.24	0.23	0.225	0.24	0.235	0.225	z_1	-	24	17	28	24	18	20
l_{CD}	м	0.132	0.128	0.15	0.13	0.14	0.125	z_2	-	36	25	35	30	27	25
l_{CS_3}	м	0.08	0.08	0.075	0.08	0.075	0.075	z_3	-	96	67	98	84	72	70
l_{CS_4}	м	0.066	0.064	0.075	0.065	0.07	0.062	z_4	-	9	11	8	10	9	10
x_B	м	-0.134	-0.13	-0.176	-0.131	-0.132	-0.125	m	мм	4	4	4	4	4	4
y_B	м	0.092	0.096	0.098	0.10	0.091	0.096	N	-	4	1	3	2	1	3
$\angle ABC$	град	130	125	135	140	120	135	h	м	0.022	0.02	0.018	0.025	0.022	0.026
m_2	кг	4	4	4	4	4	4	φ_v	град	60	80	90	70	50	100
m_3	кг	30	40	35	40	35	35	φ_c	град	60	80	90	70	50	100
m_4	кг	4	4	4	4	4	4	$\varphi_{дв}$	град	40	40	50	50	40	50
m_5	кг	80	120	200	150	150	160	$[\delta]$	град	25	25	25	25	25	25
I_{S_2}	кг · м ²	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	x_D	м	-0.38	-0.38	-0.43	-0.40	-0.36	-0.38

Задание 2. Брикетировочный автомат



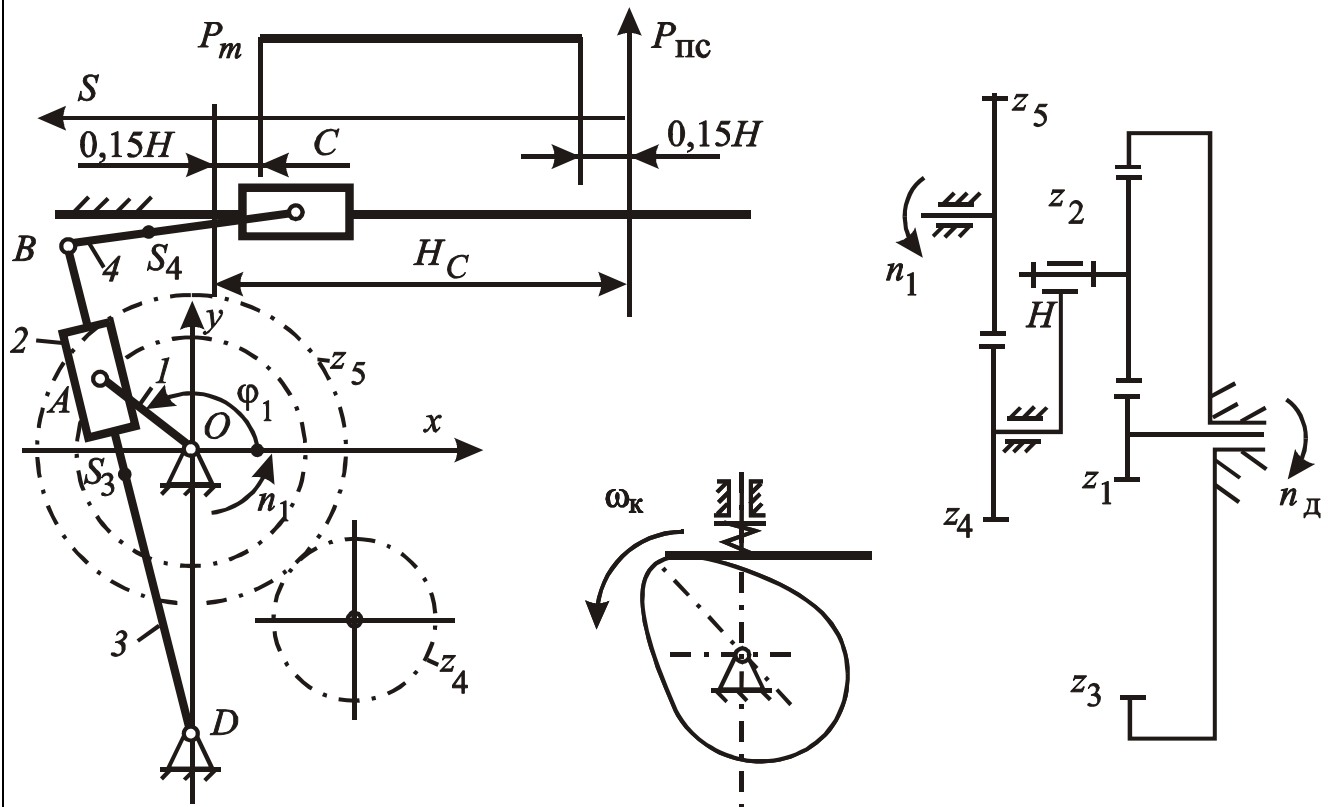
Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений						Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
n_d	об/мин	2870	2870	2870	2870	2870	2870	I_{S_3}	кг · м ²	0.04	0.038	0.04	0.042	0.04	0.04
n_1	об/мин	170	220	160	170	185	215	I_{S_4}	кг · м ²	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
l_{OA}	м	0,075	0.10	0.11	0.13	0.10	0.05	P_m	кН	10.7	10.5	20.5	12.0	20.0	18.0
l_{BD}	м	0.375	0.440	0.52	0.56	0.45	0.37	z_1	-	42	24	18	18	33	18
l_{BC}	м	0.15	0.175	0.20	0.19	0.17	0.18	z_2	-	83	50	57	58	66	36
l_{BS_3}	м	0.20	0.22	0.26	0.28	0.225	0.185	z_2'	-	25	25	25	29	25	27
l_{BS_4}	м	0.075	0.10	0.10	0.095	0.085	0.090	z_3	-	150	99	100	105	124	81
y_D	м	0	0	0	0	0	0	z_4	мм	13	12	13	13	12	9
x_D	м	-0.19	-0.25	-0.25	-0.3	-0.22	-0.16	m	-	4	5	5	4	5	5
x_C	град	0.18	0.21	0.21	0.23	0.20	0.20	N	м	1	2	3	4	3	2
m_2	кг	4	4	4	4	4	4	h	град	0.025	0.025	0.025	0.03	0.03	0.03
m_3	кг	30	26	28	30	25	26	φ_v	град	40	50	75	75	60	40
m_4	кг	5	4	4	5	5	4	φ_c	град	40	50	75	75	60	40
m_5	кг	50	45	45	55	45	45	φ_d	град	20	20	15	15	15	30
I_{S_2}	кг · м ²	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	$[\delta]$	м	30	30	30	30	30	30

Задание 3. Вырубной пресс



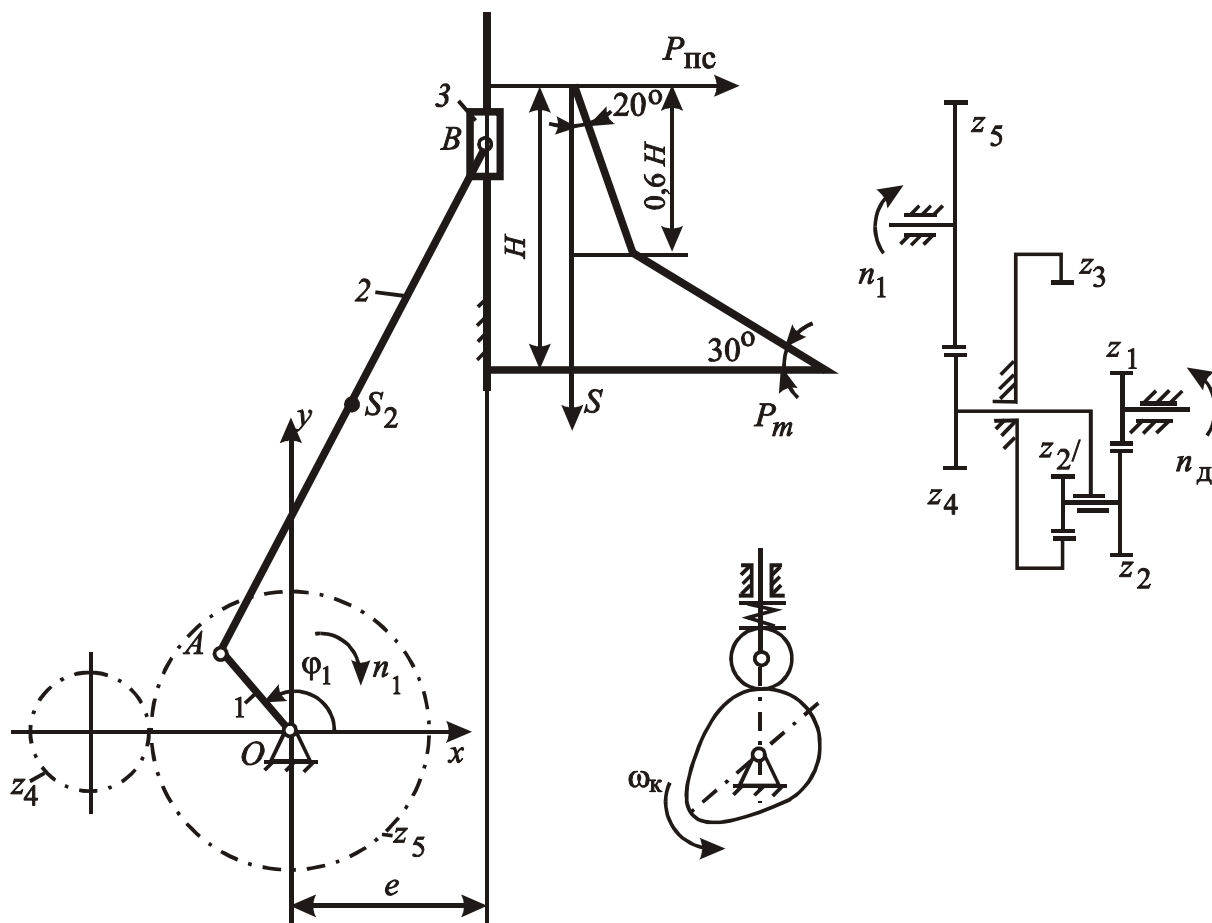
Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений						Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
n_d	об/мин	1450	1450	1450	1450	1450	1450	I_{S_3}	кг·м ²	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005
n_1	об/мин	64	63	61	65	61	60	I_{S_4}	кг·м ²	0.005	0.004	0.005	0.006	0.006	0.006
l_{OA}	м	0.037	0.037	0.044	0.046	0.049	0.050	P_m	кН	4.2	4.6	4.6	4.2	4.6	5.0
l_{AB}	м	0.190	0.178	0.171	0.188	0.157	0.178	z_1	-	23	18	18	23	20	21
l_{BD}	м	0.17	0.165	0.175	0.18	0.185	0.19	z_2	-	52	48	48	52	61	50
l_{BC}	м	0.17	0.165	0.175	0.18	0.185	0.19	z_2'	-	21	21	21	21	31	22
x_D	м	-0.25	-0.24	-0.235	-0.25	-0.22	-0.24	z_3	-	96	87	87	96	112	93
y_D	м	0.172	0.146	0.161	0.149	0.155	0.172	z_4	-	11	12	13	13	13	12
x_C	м	-0.25	-0.24	-0.235	-0.25	-0.22	-0.24	m	мм	5	5	5	5	5	5
l_{AS_2}	м	0.063	0.05	0.05	0.06	0.04	0.05	N	-	1	3	4	2	3	4
l_{DS_3}	м	0.085	0.0825	0.0875	0.09	0.0925	0.095	$l_{O_2O_3}$	м	0.10	0.12	0.11	0.11	0.12	0.10
l_{BS_4}	м	0.085	0.0825	0.0875	0.09	0.0925	0.095	ψ_m	град	20	22	21	17	18	20
m_2	кг	20	18	20	22	25	25	φ_v	град	75	60	70	65	50	60
m_3	кг	35	32	35	36	38	38	φ_c	град	75	60	70	65	50	60
m_4	кг	35	32	36	35	38	40	φ_d	град	0	15	10	5	15	20
m_5	кг	40	35	40	42	42	45	$[\delta]$	град	45	45	45	45	45	45
I_{S_2}	кг·м ²	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	I_{O_2}	кг·м ²	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01

Задание 4. Поперечно-строгальный станок



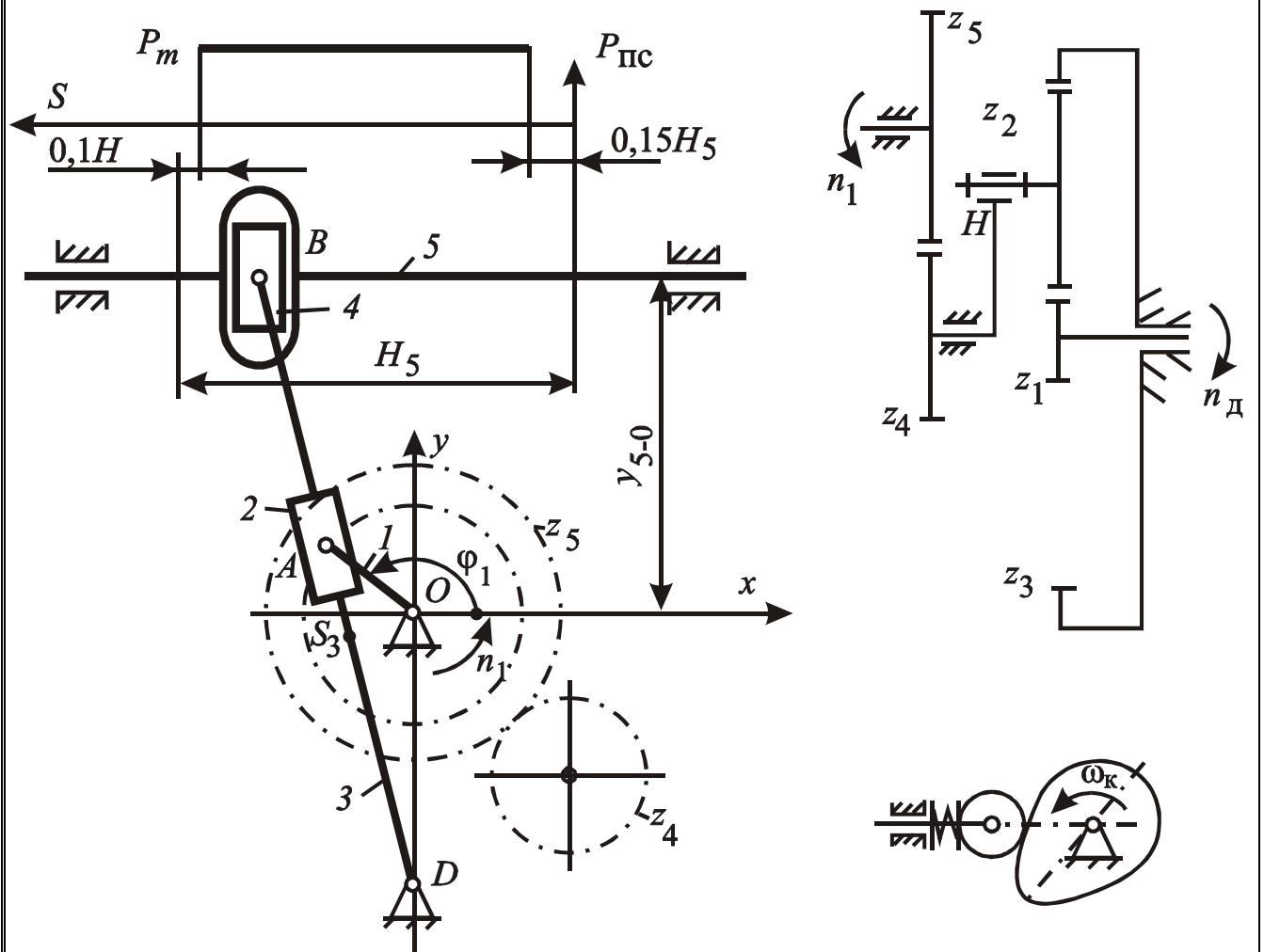
Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений						Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
n_d	об/мин	980	980	980	980	980	980	I_{S_2}	кг·м ²	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
n_1	об/мин	80	90	75	70	85	80	I_{S_3}	кг·м ²	0.29	0.38	0.61	0.48	0.42	0.34
l_{AO}	м	0.082	0.113	0.065	0.1	0.078	0.049	I_{S_4}	кг·м ²	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
l_{DB}	м	0.376	0.45	0.52	0.56	0.45	0.37	P_m	кН	12	14	13	11	14	12
l_{BC}	м	0.125	0.15	0.17	0.18	0.15	0.125	z_1	-	24	30	18	19	17	24
l_{DS_3}	м	0.188	0.225	0.26	0.28	0.225	0.185	z_2	-	96	120	72	77	67	96
l_{BS_4}	м	0.06	0.07	0.08	0.09	0.075	0.06	z_3	-	96	87	87	96	112	93
x_D	м	0	0	0	0	0	0	z_4	-	9	11	8	9	9	9
y_D	м	-0.19	-0.25	-0.25	-0.3	-0.22	-0.16	N	-	4	3	1	2	2	1
y_C	м	0.17	0.18	0.26	0.24	0.22	0.20	h	м	0.02	0.022	0.025	0.018	0.02	0.025
m_2	кг	4	4.5	5.0	3.5	2.0	2.0	φ_v	град	40	80	130	80	90	120
m_3	кг	25	35	40	40	25	30	φ_c	град	40	80	130	80	90	120
m_4	кг	4	4	4	4	4	3	φ_d	град	65	60	50	80	90	20
m_5	кг	170	190	200	220	180	150	m	мм	5	5	5	5	5	5

Задание 5. Брикетировочный автомат



Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений						Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
n_d	об/мин	2890	2850	2940	2860	2880	2850	z_2	-	64	56	36	54	61	44
n_1	об/мин	85	95	210	110	120	150	z_2'	-	21	19	27	24	30	25
l_{AO}	м	0.085	0.09	0.082	0.085	0.10	0.09	z_3	-	105	96	81	96	111	87
l_{AB}	м	0.283	0.281	0.235	0.256	0.293	0.256	z_4	-	10	11	9	12	8	10
l_{AS_2}	м	0.094	0.094	0.078	0.085	0.098	0.085	m	мм	4	5	5	4	4	5
$x_B=e$	м	0.013	0.018	0.016	0.021	0.026	0.024	N	-	4	1	2	3	1	2
H	м	0.17	0.18	0.165	0.17	0.20	0.18	h	м	0.03	0.04	0.038	0.03	0.035	0.04
m_2	кг	35	40	40	45	50	60	φ_v	град	50	60	54	60	40	50
m_3	кг	45	50	55	60	65	75	φ_c	град	50	60	54	60	40	50
I_{S_2}	кг·м ²	0.0045	0.005	0.0055	0.006	0.0065	0.007	$\varphi_{дв}$	град	0	5	10	20	20	15
P_m	кН	8.84	9.35	9.86	10.2	10.7	11.60	$[\delta]$	град	30	30	30	30	30	30
z_1	-	20	21	18	18	20	18								

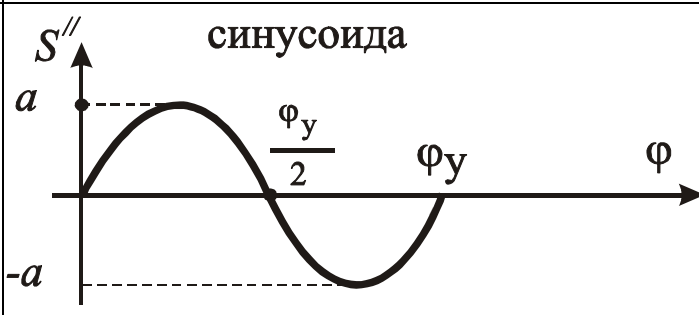
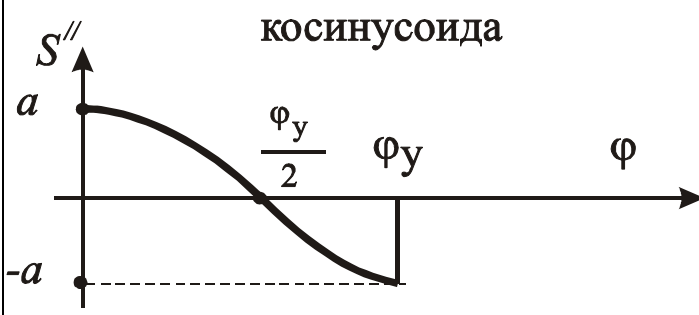
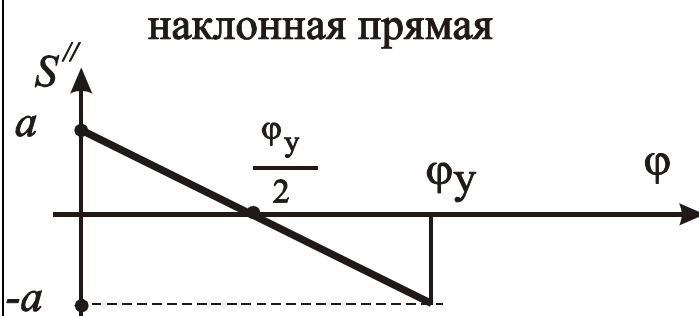

Задание 6. Металлорежущий станок



Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений						Параметр	Ед. изм.	Варианты числовых значений					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
n_d	об/мин	980	980	980	980	980	980	I_{S_3}	кг · м ²	0.09	0.09 6	0.12 5	0.10	0.17	0.09
n_1	об/мин	85	80	70	75	90	80	P_m	кН	5.5	6.0	7.0	6.0	5.0	7.0
l_{AO}	м	0.083	0.096	0.088	0.1	0.1	0.1	z_1	-	17	24	19	18	30	23
l_{DB}	м	0.566	0.564	0.647	0.559	0.705	0.677	z_2	-	25	36	29	27	45	34
l_{DS_3}	м	0.2	0.25	0.25	0.2	0.3	0.25	z_3	-	67	96	77	72	120	91
x_D	м	0	0	0	0	0	0	z_4	-	9	9	9	8	11	9
y_D	м	-0.27	-0.27	-0.285	-0.285	-0.29	-0.29	m	мм	5	4	5	5	4	5
y_{5-0}	м	0.28	0.28	0.34	0.26	0.40	0.37	N	-	1	4	3	2	1	2
m_2	кг	4	4.5	5.0	5.0	4.5	5.0	h	м	0.044	0.05	0.05	0.052	0.062	0.056
m_3	кг	35	40	60	50	80	50	φ_y	град	60	75	45	90	60	80
m_4	кг	4	4.5	4.5	5	4	5	φ_c	град	60	75	45	90	60	80
m_5	кг	200	210	270	220	240	250	$\varphi_{дв}$	град	30	30	30	30	30	30
I_{S_2}	кг · м ²	0.002	0.0018	0.002	0.002	0.002	0.002	$[\delta]$	град	30	30	30	30	30	30

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Законы изменения аналога ускорения толкателя кулачкового механизма на фазах удаления

№ п/п	Наименование и график зависимости ана- лога ускорения от угла поворота кулачка	Аналитическое выражение
1	<p>синусоида</p> 	$S'' = a \cdot \sin(k \cdot \varphi),$ <p>где $k = \frac{2\pi}{\varphi_y}$</p>
2	<p>косинусоида</p> 	$S'' = a \cdot \cos(k \cdot \varphi),$ <p>где $k = \frac{\pi}{\varphi_y}$</p>
3	<p>наклонная прямая</p> 	$S'' = a \cdot \left(1 - 2 \frac{\pi}{\varphi_y}\right)$
4	<p>кусочно-постоянное ускорение</p> 	$S'' = \begin{cases} a, & 0 \leq \varphi \leq \frac{1}{2} \varphi_y \\ -a, & \frac{1}{2} \varphi_y \leq \varphi \leq \varphi_y \end{cases}$

ПРИЛОЖЕНИЕ В

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
"ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ"

Кафедра "Теория и системы автоматизированного проектирования механизмов и машин"

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по теории механизмов и машин

Задание 2
"БРИКЕТИРОВОЧНЫЙ АВТОМАТ"

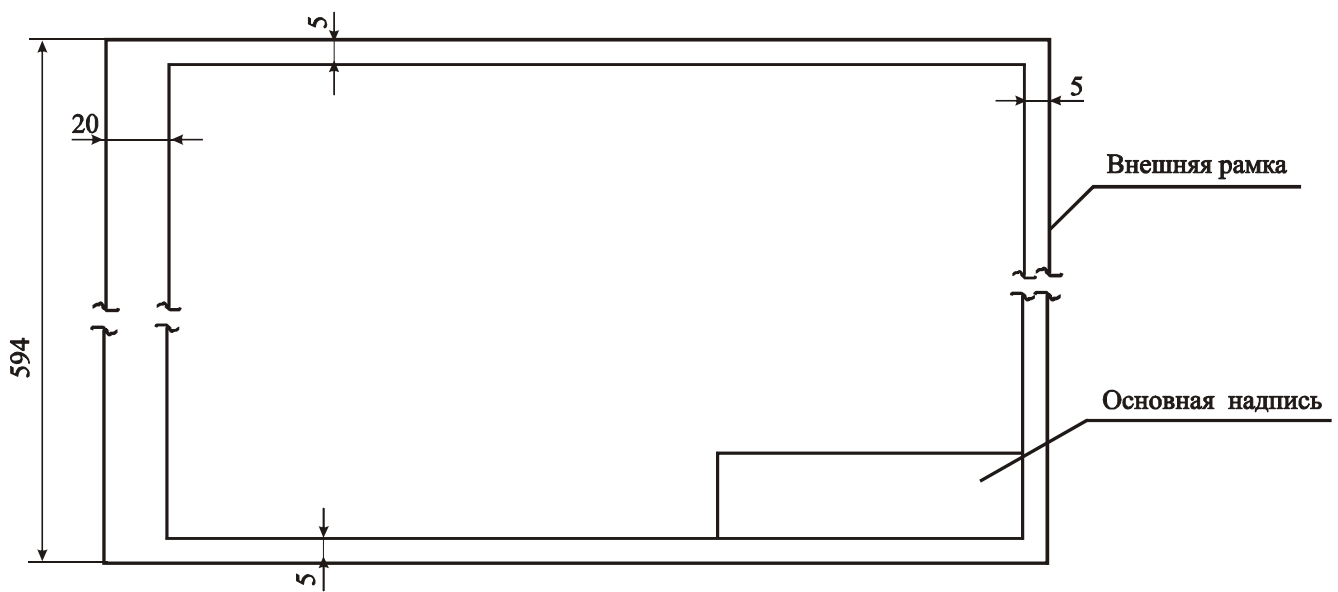
Выполнил: студент группы МШЗ – 22

Иванов И. И.

Проверил: доц. Петров П. П.

Харьков 2006

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



					185										5											
7		10		23			15			10																
																МШЗ 14 КП										
																Кинематическое исследование главного механизма										
Изм.		Лист		№ докум.			Подпись			Дата																
Разраб.		Иванов																								
Пров.		Петров																								
Т. контр.		Петров											Лит		Масса			Масштаб								
													5		5		5		17							
													Лист 1		Листов 4											
													70		20			НТУ "ХПИ" кафедра ТММ								
Утв.		Петров																								
																										5

Навчальне видання

Теорія механізмів и машин
Завдання на курсовий проект
і методичні вказівки по його виконанню
для студентів заочного навчання
машинобудівних спеціальностей

Російською мовою

Укладачі: **Ткачук** Микола Анатолійович
Ізюмський Віктор Павлович
Зеленський Володимир Борисович
Кротенко Галина Анатоліївна
Сафонова Зінаїда Семенівна
Зарубіна Алла Олександрівна

Відповідальний за випуск М. А. Ткачук
Роботу рекомендував до видання В. К. Белов

Редактор О. І. Шпильова
Комп'ютерна верстка І. Я. Храмцова

План 2005 р. п.82/

Підп. до друку	Формат 60x84 1/16.	Папір друк. №2.
Друк – ризографія.	Гарнітура Times.	Ум. друк. арк. 1,7.
Обл. – вид. арк. 1,9.	Наклад 150 прим.	Зам. № Ціна договірна

Видавничий центр НТУ „ХПІ”. 61002 Харків, вул. Фрунзе, 21
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №116 від 10.07.2000 р.

Друкарня НТУ „ХПІ”. 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21